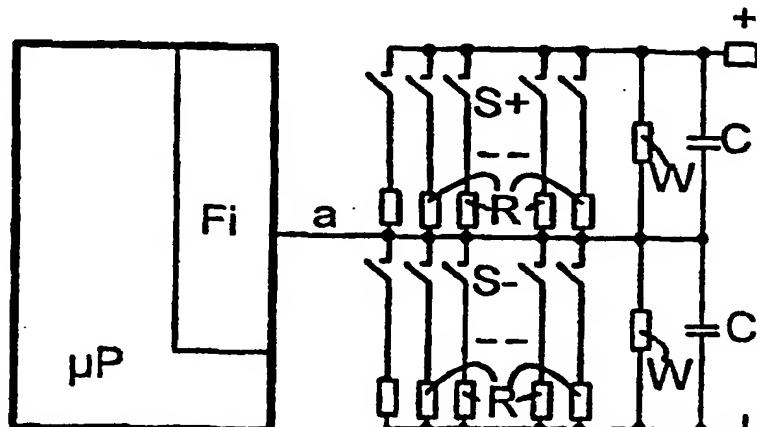




(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :  G01P 15/135		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 95/27217  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 12. Oktober 1995 (12.10.95)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE95/00431</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 30. März 1995 (30.03.95)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 44 11 130.4 30. März 1994 (30.03.94) DE</p> <p>(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): MADER, Gerhard [DE/DE]; Ringsstrasse 21, D-93107 Thalmassing (DE). NOETZEL, Jens [DE/DE]; Leher Heerstrasse 23, D-28359 Bremen (DE). SCHULZE, Steffen [DE/DE]; Dr. Hünerhoff Strasse 321, D-28865 Lilienthal (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, NO, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	
<p>(54) Title: MICROMECHANICAL SENSOR UNIT FOR DETECTING ACCELERATION</p> <p>(54) Bezeichnung: MIKROMECHANISCHE SENSOREINHEIT ZUM ERKENNEN VON BESCHLEUNIGUNGEN</p> <p>(57) Abstract</p> <p>A micromechanical sensor unit for detecting acceleration has at least one pendulum with a spiral spring (B) and a seismic mass (P), a support (E) for each pendulum and at least two position feelers (S). Each position sensor (S) and its pendulum form a switch with a defined triggering threshold and at least two switches respond to the same direction of acceleration. To each switch is allocated a measuring resistor (R), these measuring resistors (R) forming a resistor network with a node to receive a quasi-analog acceleration signal (a).</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Eine mikromechanische Sensoreinheit zum Erkennen von Beschleunigungen weist mindestens ein Pendel mit einer Biegefeder (B) und einer seismischen Masse (P), eine Halterung (E) für jedes Pendel, und mindestens zwei Positionsfühler (S) auf. Jeder Positionsführer (S) und ein zugehöriges Pendel bilden einen Schalter mit einem definierten Auslöseschwellwert und mindestens zwei Schalter sprechen auf dieselbe Beschleunigungsrichtung an. Jedem Schalter ist ein Meßwiderstand (R) zugeordnet, wobei die Meßwiderstände (R) ein Widerstandsnetzwerk mit einem Knotenpunkt zum Abgriff eines quasianalogen Beschleunigungssignals (a) bilden.</p>			



***LEDIGLICH ZUR INFORMATION***

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Mikromechanische Sensoreinheit zum Erkennen von Beschleunigungen

5

Die Erfindung betrifft eine mikromechanische Sensoreinheit zum Erkennen von Beschleunigungen, mit mindestens zwei Pendel mit einer an einer Biegefeder angeordneten seismischen Masse, und mit einem Positionsfühler je Pendel. Jedes Pendel und  
10 sein Positionsfühler wirken als Schalter zusammen, wobei jeder Schalter eine Ansprechschwelle aufweist, die durch seine bauteilspezifischen Eigenschaften festgelegt ist. Jeder Schalter liefert ein Fühlersignal, sobald unter Einwirkung einer ausreichend großen Beschleunigungskraft das Pendel den  
15 Positionsführer erreicht oder berührt. Mindestens zwei Schalter sind für eine Beschleunigungsrichtung empfindlich. Steigt die auf die Sensoreinheit wirkende Beschleunigungskraft an, steigt auch die Anzahl der für diese  
Beschleunigungsrichtung empfindlichen Schalter an, die ein  
20 Fühlersignal liefern. Mit einer solchen Sensoreinheit können insbesondere Insassenschutzsysteme von Kfz, z.B. Airbags und Gurtstraffer, angesteuert werden.

Bei einer Sensoreinheit (EP-A1 0 567 938) ist jeder Schalter  
25 auf einem in der horizontalen Ebene ausgerichteten Träger angeordnet und empfindlich für Beschleunigungen senkrecht zur Längssachse seiner Biegefeder. Bei einer ausreichend großen Beschleunigungskraft in z-Richtung wird das Pendel hin zum Träger bewegt, berührt dort eine unter dem Pendel angeordnete  
30 Elektrode und erzeugt ein Fühlersignal. Jedes Fühlersignal wird in einer Speicherzelle abgespeichert. Daraufhin werden gegebenenfalls von der auf den Speicherzelleninhalt zugreifenden Auswerteeinheit Insassenschutzsysteme von Kraftfahrzeugen angesteuert.

35

Die Speicherzellen werden mit einer von der Auswerteeinheit vorgegebenen Auslesefrequenz ausgelesen. Die Sensoreinheit

liefert ihre Fühlersignale jedoch nicht mit einer festen Frequenz, sondern möglicherweise beliebig schnell. Es sind sehr hohe Auslesefrequenzen notwendig, um im Rahmen sicherheitskritischer Anwendungen auf Fühlersignaländerungen 5 schnell reagieren zu können.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine kleine, gewichtsarme und einfach herstellbare Sensoreinheit zu schaffen, die diesen Nachteil vermeidet.

10

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Sensoreinheit weist mindestens ein 15 Pendel und mindestens zwei Positionsfühler auf. Dabei können mehrere Positionsfühler zu einer Seite des Pendels oder je ein Positionsführer zu einer Seite von mindestens zwei Pendel angeordnet werden. Das Pendel und je ein zugehöriger Positionsführer wirken als Schalter mit einer definierten 20 Ansprechschwelle zusammen, wobei jedem der Schalter ein Meßwiderstand zugeordnet wird. Die Meßwiderstände sind ihrerseits so zu einem Widerstandsnetzwerk angeordnet, daß an einem Knotenpunkt des Widerstandsnetzwerks ein quasi-analoges Beschleunigungssignal abgeleitet werden kann.

25

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unter- ansprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung und ihre Weiterbildungen werden anhand der Fi- 30 guren erläutert. Es zeigen Figur  
1 eine Steuerschaltung zur Auslösung von Insassenschutzsystemen,  
2 ein Widerstandsnetzwerk mit Schaltern und zugehörigen Meßwiderständen der Sensoreinheit,  
35 3 einen Signalverlauf eines Beschleunigungsvorgangs während eines Kfz-Unfalls, den zugehörigen quasi-analogen und den zugehörigen analogisierten Signalverlauf,

- 4 die Abhängigkeit des quasi-analogen Beschleunigungssignals von der Beschleunigung,
- 5 bis 9 Sensoreinheiten/Schalter in Draufsicht,
- 10 einen Schalter mit Elementen zum Testen des Schalters,
- 5 11 für mehrere Richtungen empfindliche Schalter in Draufsicht,
- 12 eine Sensoreinheit in Draufsicht zur beruhruigslosen Erzeugung von Fühlersignalen,
- 13 eine Sensoreinheit in Seitensicht zur beruhruigslosen Erzeugung von Fühlersignalen,
- 10 14 drei Sensoreinheiten, wovon je eine empfindlich für die x-, die y- und die z-Dimension ist.

Die erfindungsgeme Sensoreinheit enthält mindestens ein in mikromechanischer Technik hergestelltes Pendel. Jedes Pendel weist eine seismische Masse P und eine Biegefeder B auf (Figuren 5 bis 14). Die seismische Masse P ist ´ber die Biegefeder B in solcher Weise schwingfähig an der Halterung E befestigt, daß die seismische Masse P zumindest quer zur Längsrichtung der Biegefeder B ausschlagen kann und damit empfindlich für Beschleunigungen in diesen Richtungen ist. Das Pendel kann auch eine seismische Masse P enthalten, die alleine durch die eigene träge Masse der Biegefeder B gebildet wird. Die Halterung E ist an einem Gehau seteil, einem Rahmen oder auf einem sonstigen Träger CH (Figur 14) befestigt.

Neben jedem Pendel ist mindestens ein Positionsfühler S angeordnet. Die Positionsfühler S in den Figuren 5 bis 11 sind elektrisch leitende Anschlüsse. Erreicht oder berührt das Pendel einen der Positionsfühler S, wird ein elektrisches Fühlersignal in Form eines Stromflusses erzeugt. Das Fühlersignal weist die quasi-binäre Zustände EIN und AUS auf. Je ein Positionsfühler S und das zugehörige Pendel wirken als Schalter zusammen. Die Sensoreinheit weist mindestens zwei Schalter auf, die für eine Beschleunigungsrichtung empfindlich sind.

Die Ansprechschwelle eines Schalters hängt von seinen geometrischen und bauteilspezifischen Eigenschaften ab. Die Ansprechschwellen der verschiedenen, für dieselbe Beschleunigungsrichtung empfindlichen Schalter sind unterschiedlich.  
5 Ist die Sensoreinheit schwachen Beschleunigungen ausgesetzt, liefern nur wenige Schalter ihre Fühlersignale, bei starken Beschleunigung entsprechend mehr Schalter. Bei zunehmender und bei abnehmender Beschleunigung in dieser Beschleunigungs-  
10 richtung erzeugen nacheinander verschiedene Schalter ihre Fühlersignale.

In Figur 2 sind die Schalter  $S_+$ ,  $S_-$  in Reihe mit je einem Meßwiderstand  $R$  angeordnet, wobei das Fühlersignal an dem  
15 Meßwiderstand  $R$  als Spannung abgeleitet werden kann. Die Meßwiderstände  $R$  bilden in der Weise ein Widerstandsnetzwerk, daß die quasi-binären Fühlersignale überlagert werden und so ein quasi-analoges Beschleunigungssignal erzeugt wird, das an einem Knotenpunkt des Widerstandsnetzwerkes abgeleitet wird.

20 Die Schalter  $S_+$  liefern Fühlersignale bei Beschleunigungen in einer ersten Beschleunigungsrichtung und sind zusammen mit ihren Meßwiderständen  $R$  parallel zueinander zu einem ersten Teilnetzwerk angeordnet. Ein zum ersten Teilnetzwerk analoges  
25 zweites Teilnetzwerk enthält Schalter  $S_-$ , die Fühlersignale bei Beschleunigungen in einer anderen, beispielsweise zur ersten Beschleunigungsrichtung entgegengesetzten Beschleunigungsrichtung liefern. Das zweite Teilnetzwerk ist in Reihe zum ersten Teilnetzwerk angeordnet. Die Teilnetzwerke sind  
30 zwischen einem ersten und einem zweiten Versorgungspotential angeordnet. Das quasi-analoge Beschleunigungssignal  $a$  wird am Knotenpunkt zwischen beiden Teilnetzwerken abgeleitet.

35 Die die Beschleunigung  $a_0$  aufnehmende Sensoreinheit liefert das treppenförmige quasi-analoge Beschleunigungssignal  $a$ , wobei die Höhe jeder einzelnen Stufe von den gewählten Widerstandswerten der einzelnen Meßwiderstände  $R$  abhängt (Figur

3). Die Stufenhöhe kann gemäß Figur 4 von Stufe zu Stufe und damit vom zuletzt ansprechenden Schalter zum als nächsten ansprechenden Schalter, unterschiedlich groß sein, also z.B. quadratisch oder exponentiell anwachsen. Damit werden die  
5 Anzahl der Pendel und die Anzahl der Positionsfühler verringert, ohne daß die Meßgenauigkeit bei kleinen und großen Beschleunigungen störend beeinträchtigt wird, wenn die Ansprechschwellen der Schalter so gewählt werden, daß mit gleichmäßig zunehmender Beschleunigung der zeitliche Abstand  
10 zwischen den einzeln nacheinander erzeugten Fühlersignalen zunimmt. Die einzelnen Widerstandswerte im Widerstandsnetzwerk können auch so festgelegt werden, daß das quasi-analoge Beschleunigungssignal  $a$  quasi-linear von der Beschleunigung  $a_0$  abhängt.

15

Die Meßwiderstände  $R$  können dabei so dimensioniert werden, daß das erzeugte Beschleunigungssignal  $a$  niederohmig und temperaturkompensiert ist. Im Gegensatz zu bekannten analogen Beschleunigungssensoren, die nach dem piezoelektrischen,  
20 piezoresistiven oder kapazitiven Prinzip arbeiten, ist bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung kein Verstärker notwendig.

Das quasi-analoge Beschleunigungssignal  $a$  wird durch ein  
25 Filter  $F_i$  (Figur 2) einer das Beschleunigungssignal  $a$  auswertenden Auswerteschaltung  $\mu P$ , z.B. eines Mikroprozessors, zu dem analogisierten Beschleunigungssignal  $a_1$  geglättet (Figur 3). Das quasi-analoge Beschleunigungssignal  $a$  kann aber gemäß Figur 2 auch durch die Glieder C/W geglättet werden. Die  
30 Glieder C/W unterdrücken hohe Frequenzanteile im quasi-analogen Beschleunigungssignal  $a$ . Außerdem stabilisieren Widerstände  $W$  den Nullpunkt des Beschleunigungssignals  $a$ . Das quasi-analoge Beschleunigungssignal  $a$  ist daher vorgefiltert, so daß in der Auswerteschaltung  $\mu P$  nur noch in Sonderfällen  
35 eine weitere Filterung nötig ist. Zu seiner Weiterverarbeitung wird das analogisierte Beschleunigungssignal  $a_1$  im Mikroprozessor mit einer Rate abgetastet, die auch zum Abta-

sten von Beschleunigungs-signalen herkömmlicher Beschleunigungssensoren verwendet wird.

Eine Steueranordnung zur Auslösung eines Kfz-Airbag (Figur 1) 5 enthält als Träger CH der Sensoreinheit BS einen ASIC-Halbleiterchip, der zusätzlich auch elektronische Schaltungen oder einen Mikroprozessor aufweisen kann, sowie die durch einen Safingsensor SS sowie durch Zündbefehle z steuerbare, eine eigene Entscheidungslogik enthaltende Zündschaltung ZK, 10 die ihrerseits an ihren Anschlüssen AZ Zündströme zur endgültigen Auslösung von Kfz-Airbags liefert. Werden die Schalter und eine deren Fühlersignale auswertende Auswerteschaltung  $\mu P$  gemeinsam auf einem Halbleiterchip als Träger CH in hybrider oder in integrierter Weise angebracht, verringert sich 15 Volumen, Gewicht und Herstellungsaufwand der Sensoreinheit. Die Zündschaltung ZK kann konstruktiv auch zusammen mit der Auswerteschaltung  $\mu P$  eine gemeinsame integrierte Einheit auf einem ASIC-Chip bilden. Der Safingsensor SS hat die Aufgabe, getrennt von dem quasi-analogen Beschleunigungssignal a, die 20 Auslösung von Insassenschutzsystemen im Kfz zu kontrollieren. Statt eines üblichen Mikroprozessors kann auch eine einfache elektronische Gatterschaltung in Verbindung mit Zeitgliedern das quasi-analoge Beschleunigungssignal a auswerten. Zusätzlich zu den Meßwiderständen R oder statt denselben 25 können mittels Zeitglieder die Zeitabstände zwischen aufeinander folgenden Fühler-signalen, oder die Zeitabstände zwischen aufeinander folgenden Stufen im quasi-analogen Beschleunigungssignal a gemessen werden. Nur wenn diese Zeitabstände bestimmte Werte unter- oder überschreiten 30 werden, werden die betreffenden Fühlersignale als Kriterium zur Erzeugung des Zündbefehles z verwendet. Die optimalen Zeitabstände, die zwischen den verschiedenen Fühlersignalen für die Auslösung zugelassen werden, sind für die einzelnen Positionsfühler unterschiedlich und werden für den jeweiligen 35 Kfz-Typ durch Crashversuche ermittelt. Solche Zeitglieder werden auf dem Träger CH in integrierter oder hybrider Technik angebracht.

Figur 5 zeigt eine Sensoreinheit, bei der die Ansprechschwelle der Schalter von der Lage des seismischen Masse P längs der Biegefeder B abhängt, wobei je ein Positionsfühler S zu einer Seite der Biegefeder B angeordnet ist und die Sensor-  
einheit damit für nur eine Beschleunigungsrichtung empfindlich ist. Figur 6 zeigt eine Sensoreinheit, bei der die Ansprechschwelle der Schalter vom Abstand der in Ruhelage befindlichen Pendel zum Positionsfühler S abhängt. Figur 7  
zeigt die Anordnung je eines Positionsnehlers S zu beiden Seiten von vier Pendel mit unterschiedlichen Abständen eines solchen Positionsführerpaares zu den Pendel, wodurch die Sensoreinheit sowohl für eine Beschleunigungsrichtung als auch für die Gegenrichtung empfindlich ist und die Ansprech-  
schwelle der Schalter vom Abstand der in ihrer Ruhelage befindlichen Pendel zu den zugehörigen Positionsführern S abhängt. Dabei kann auch gemäß Figur 9b eine unterschiedliche Ansprechschwelle für unterschiedliche Beschleunigungsrichtungen gewählt werden. Es bildet aber erst  
eine zweite analog aufgebaute Anordnung zusammen mit der gezeigten Anordnung gemäß Figur 9b eine Sensoreinheit, wobei die Ansprechschwellen der Schalter der zweiten Anordnung sich von den Ansprechschwellen der Schalter der ersten Anordnung unterscheiden. Durch die Anordnung von Positionsführern S zu beiden Seiten eines Pendels wird das Volumen und das Gewicht der erfindungsgemäßen Sensoreinheit verringert. Bei der Sensoreinheit gemäß Figur 8 hängt die Ansprechschwelle der Schalter von der Größe der seismischen Masse P ab. Die Ansprechschwelle der Schalter hängt desweiteren von der Form der Biegefeder B ab, die z.B. in ihrer Längsrichtung zu einer Zickzack- oder einer Sinuswellenform gekrümmmt oder gefaltet werden. Damit ist die Rückstellkraft einer solchen Biegefeder geringer als bei einer gestreckten Form. In ihrer Längsrichtung gekrümmte oder gefaltete Biegefeder B werden an ihren beiden Enden von einer Halterung E starr gehalten und sind trotzdem in Querrichtung dazu schwingfähig. Die Positionsführer S sind seitlich von einem solchen Pendel im

Raum zwischen den beiden Halterungen E angeordnet. Wird die Biegefeder B z.B. in ihrer Dicke verändert, ändert sich ebenfalls die Rückstellkraft auf das ausgelenkte Pendel und damit die Ansprechschwelle des Schalters.

5

In Figur 9a sind zwei der Positionsfühler S, nämlich eine erster Positionsführer S1 und ein zweiter Positionsführer S2 zu einer Seite des Pendels angeordnet, wobei jeder dieser Schalter eine andere Ansprechschwelle infolge des unterschiedlichen Abstandes seines Positionsfühlers S zum Pendel aufweist. Bei besonders starken Beschleunigungen biegt sich die Biegefeder B so stark, daß nicht nur der Schalter mit Positionsführer S1, sondern auch der Schalter mit Positionsführer S2 sein Fühlersignal erzeugt. Eine solche Sensoreinheit zeichnet sich durch geringes Gewicht, geringes Volumen und geringen Materialverbrauch aus.

Gemäß Figur 7 und Figur 8 ist der Positionsführer S ein elektrisch leitender Anschlag, der über ein an einer kontakten Halterung SA festgehaltenes eigenes Federelement D federnd nachgebend auf dem auch das Pendel tragenden Träger CH befestigt ist. Mittels des Federelementes D wird eine Beschädigung des Positionsführers S oder ein Bruch des Pendels unter Einwirkung einer sehr starken Beschleunigung vermieden, weil die Anschläge bei Berührung durch das Pendel elastisch nachgeben. Desweitern werden Eigenresonanzen bei der gegenseitigen Berührung von Pendel und Positionsführer S vermieden. Zur Vermeidung der mechanischen Bruchempfindlichkeit der Positionsführer S und des Pendels werden zusätzlich, in der Figur nicht gezeigte Endanschläge angebracht, die die Amplitude der Auslenkung des Pendels begrenzen. Die Positionsführer S für die eine Beschleunigungsrichtung und für die dazu entgegengesetzte Beschleunigungsrichtung können auch elektrisch leitend miteinander verbunden werden.

Die Positionsfühler S können jeweils durch einen oder mehrere Kanalbereiche - ähnlich wie die Kanalbereiche von MOS-FETs - auf einem Halbleitersubstrat als Träger CH gebildet werden (Figuren 12 und 13). Die einzelnen Kanalbereiche enthalten jeweils einen Sourcebereich und einen Drainbereich. Das Pendel schwingt zumindest angenähert parallel zur Halbleiteroberfläche. Das auf einem entsprechenden elektrischen Potential liegende Pendel wirkt als Gate auf die Kanalbereiche und erzeugt quasi-binäre Fühlersignale, sobald das Pendel den betreffenden Kanalbereich erreicht oder bedeckt.

Es eignen sich auch Positionsfühler S, die zusammen mit einem angenähert parallel zu einer Halbleiteroberfläche als Träger CH beweglichen Pendel einen Hall-Element-Fühler bilden. Das Pendel enthält einen Magneten und die Halbleiteroberfläche seitlich vom ruhenden Pendel weist ein oder mehrere Hall-Elemente als Positionsführer S auf (Figuren 12 und 13). Es kann aber auch das Pendel ein Hall-Element und die Halbleiteroberfläche seitlich vom ruhenden Pendel ein oder mehrere Magnete als Positionsführer S enthalten. Ein solcher Schalter erzeugt ein quasi-binäres Fühlersignal, sobald das Pendel den betreffenden Positionsführer S erreicht oder bedeckt.

Bei beiden vorgenannten Ausführungsbeispielen werden Eigenresonanzen der Pendel vermieden. Auch eine Beschädigung der Schalter bei starker mechanischer Belastung, z.B. beim Fallenlassen der Sensoreinheit auf einen harten Steinboden, wird durch die berührungslose Erzeugung des Fühlersignales vermieden.

Volumen und Gewicht der Sensoreinheit werden desweiteren verringert, wenn das Pendel eine Biegefeder B aufweist, die nur an einem ihrer Enden an einer Halterung E befestigt ist und quer und längs ihrer Längsachse elastisch verformbar ist, wobei Positionsführer S sowohl in Richtung der Längsachse, als auch seitlich neben dem Pendel P in einem 90° und 45° Winkel zur Längsachse der Biegefeder B angebracht sind (Figur

10

11). Erst mehrere solcher Anordnungen mit unterschiedlichen Ansprechschwellen von mindestens zwei Schaltern je Beschleunigungsrichtung bilden eine Sensoreinheit. Diese Schalter eignen sich zum Erkennen sowohl von Beschleunigungen in der 5 Fahrtrichtung F, als auch von Beschleunigungen senkrecht sowie schräg dazu.

Ein neben dem Pendel angeordnetes Testelement ST, welches zum Erzeugen eines Ausschlages des Pendels zu Testzwecken dient 10 (Figur 10), ermöglicht das Testen der Sensoreinheit in bereits in das Kfz eingebauten Zustand. Das Testelement bildet mit dem Pendel eine Kapazität, wobei es durch elektrostatische Kräfte auf das Pendel so stark einwirkt, daß zumindest ein Schalter ein Fühlersignal erzeugt. Es kann auch eine 15 elektromagnetisch erzeugte Kraft zum Testen benutzt werden.

Die Pendel können bei der Erfindung auch in Gehäuse eingekapselt werden. Zur Dämpfung von Eigenresonanzen der Pendel werden die für die Pendelbewegungen nötigen Hohlräume mit 20 dämpfenden Medien angefüllt werden, z.B. mit Öl. Zu solchen Dämpfungen können auch mittels eines Dauermagneten starke Wirbelströme im metallisch leitenden Pendel erzeugt werden, wenn sich das Pendel bewegt. Der Spalt, in dem sich das Pendel bewegt, kann so eng bemessen sein, daß das Pendel bei 25 Bewegung unter Energieverlust die evtl. unter erhöhtem Druck stehende Luft bzw ein sonstiges Gas wie ein chemisch und elektrisch inertes Gas mit sehr hohem Molekulargewicht, von seiner Frontseite durch sehr enge Seitenspalten zu seiner Rückseite befördert.

30 Für verschiedene Beschleunigungsrichtungen, z.B. für die x-/ y-/ und die z-Dimension, empfindliche Sensoreinheiten werden zusammen auf einem Träger CH angeordnet.

## Patentansprüche

1. Mikromechanische Sensoreinheit zum Erkennen von Beschleunigungen

- 5 mit mindestens einem Pendel mit einer Biegefeder (B) und einer seismischen Masse (P), mit einer Halterung (E) für jedes Pendel, und mit mindestens zwei Positionsfühlern (S), wobei jeder Positionsfühler (S) und ein zugehöriges Pendel einen Schalter mit einem definierten Auslöseschwellwert  
10 bilden und mindestens zwei Schalter auf dieselbe Beschleunigungsrichtung ansprechen,  
und mit einem Meßwiderstand (R) je Schalter, wobei die Meßwiderstände (R) ein Widerstandsnetzwerk mit einem Knotenpunkt zum Abgriff eines quasi-analogen Beschleunigungssignals (a)  
15 bilden.

2. Sensoreinheit nach Anspruch 1,

- da durch gekennzeichnet, daß die Werte der Meßwiderstände (R) mit den Auslöseschwellwerten der  
20 ihnen zugeordneten Schalter ansteigen.

3. Sensoreinheit nach Anspruch 2,

- da durch gekennzeichnet, daß die Werte der Meßwiderstände (R) mit den Auslöseschwellwerten der  
25 ihnen zugeordneten Schalter in nicht äquidistanten Abständen ansteigen.

4. Sensoreinheit nach Anspruch 1,

- da durch gekennzeichnet, daß jeder  
30 Meßwiderstand (R) in Reihe zu dem ihm zugeordneten Schalter angeordnet ist und diejenigen Schalter mit ihren Meßwiderständen (R), die für eine Beschleunigungsrichtung empfindlich sind, zueinander parallel zu zumindest einem ersten Teilnetzwerk des Widerstandsnetzwerkes angeordnet sind.

## 12

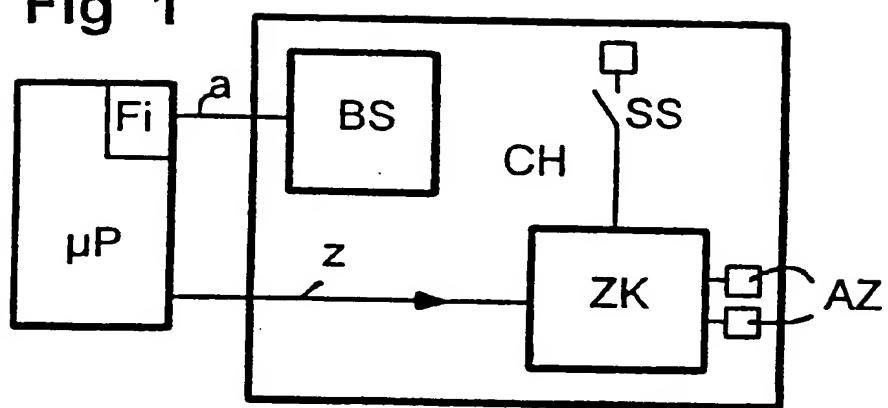
5. Sensoreinheit nach Anspruch 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß das  
erste Teilnetzwerk in Reihe zu einem zweiten Teilnetzwerk  
zwischen einem ersten Versorgungspotential und einem zweiten  
5 Versorgungspotential angeordnet ist und am Knotenpunkt zwi-  
schen beiden Teilnetzwerken das quasianaloge Beschleunigungs-  
signal (a) abgeleitet wird, wobei das zweite Teilnetzwerk  
eine zum ersten Teilnetzwerk analoge Schaltungsanordnung auf-  
weist und seine Schalter für eine andere Beschleunigungsrich-  
10 tung empfindlich sind.

6. Sensoreinheit nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß das  
quasi-analoge Beschleunigungssignal (a) von einem Filter ge-  
15 glättet werden.

7. Sensoreinheit nach Anspruch 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß das  
Filter ein RC-Glied enthält.

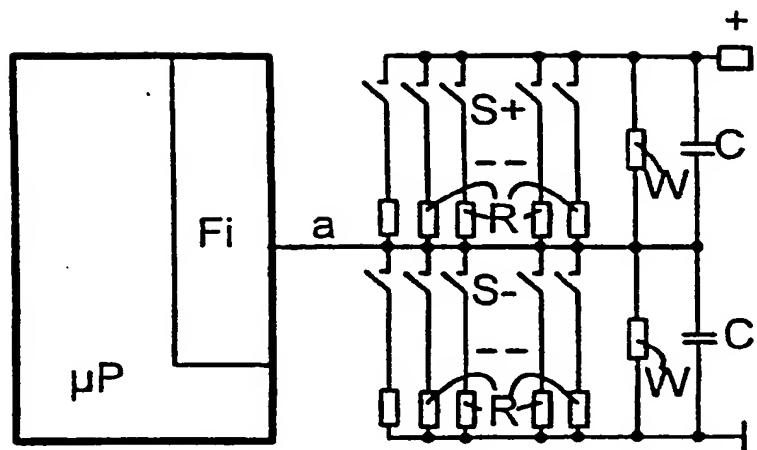
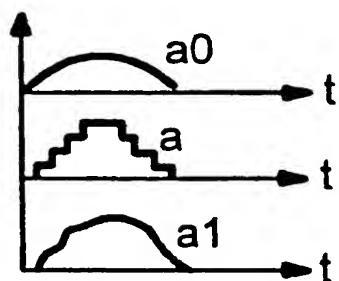
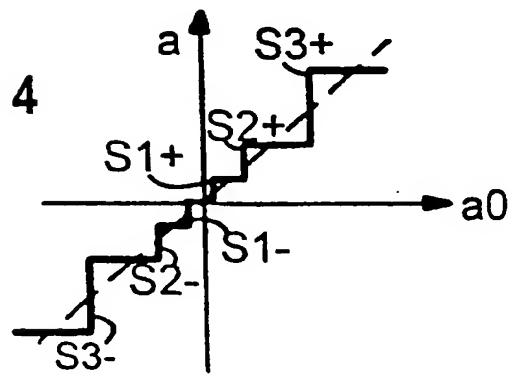
1 / 8

Fig 1

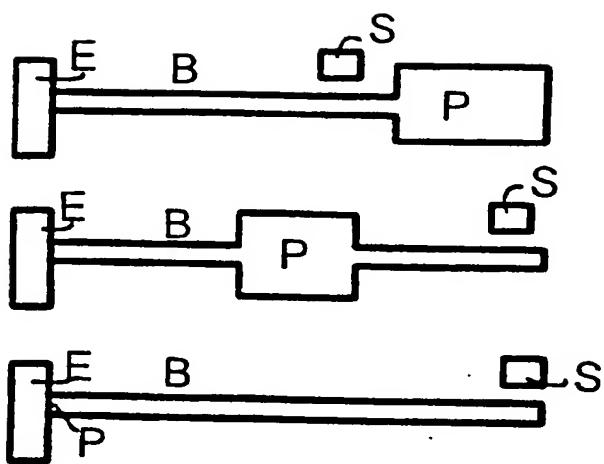
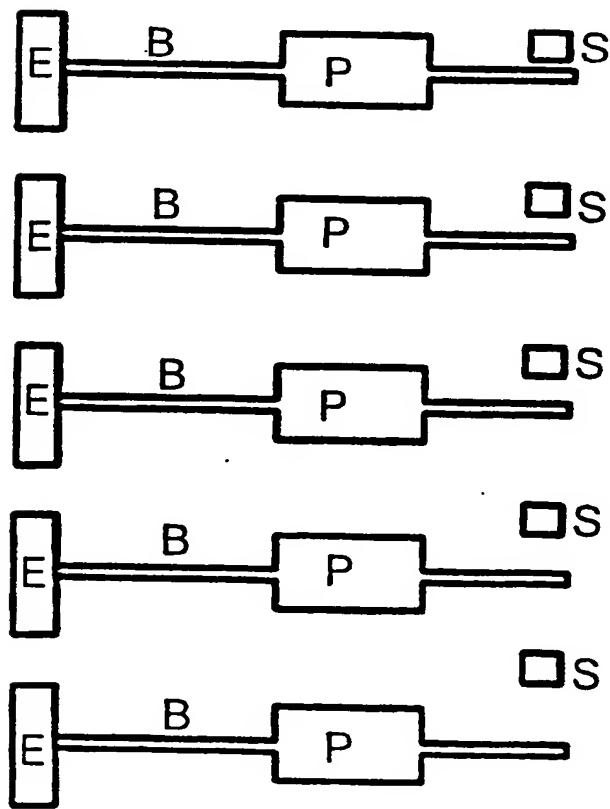


ERSATZBLATT

2 / 8

**FIG 2****FIG 3****FIG 4****ERSATZBLATT**

3 / 8

**FIG 5****FIG 6****ERSATZBLATT**

4 / 8

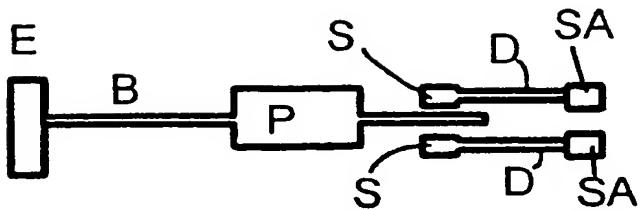


FIG 7

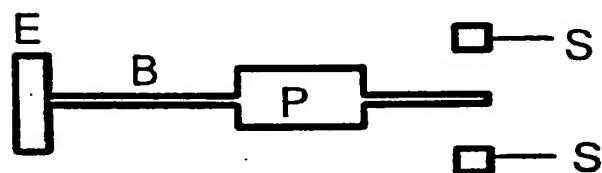
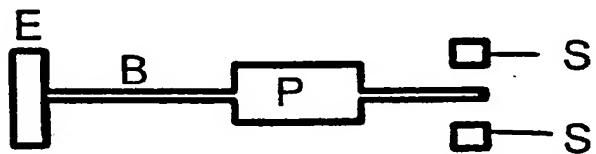
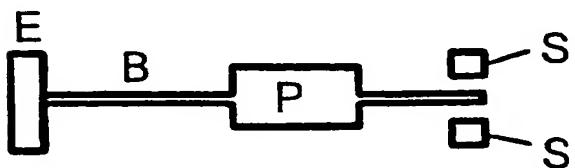
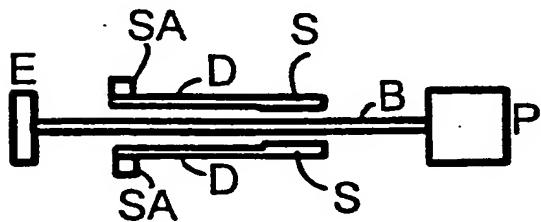


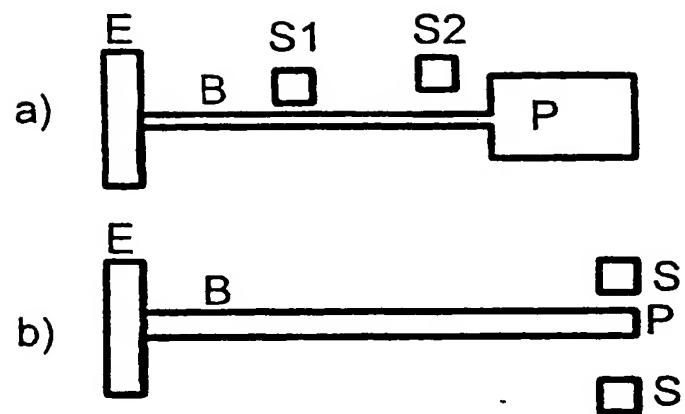
FIG 8



ERSATZBLATT

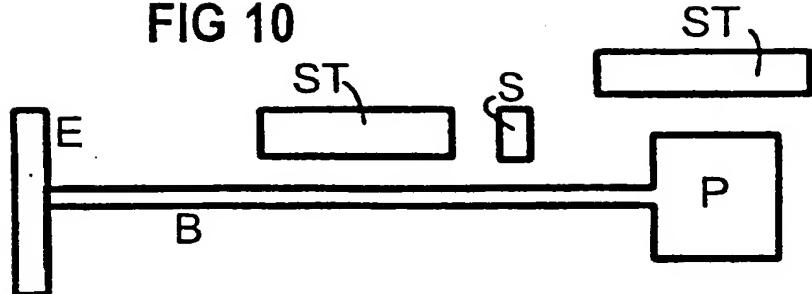
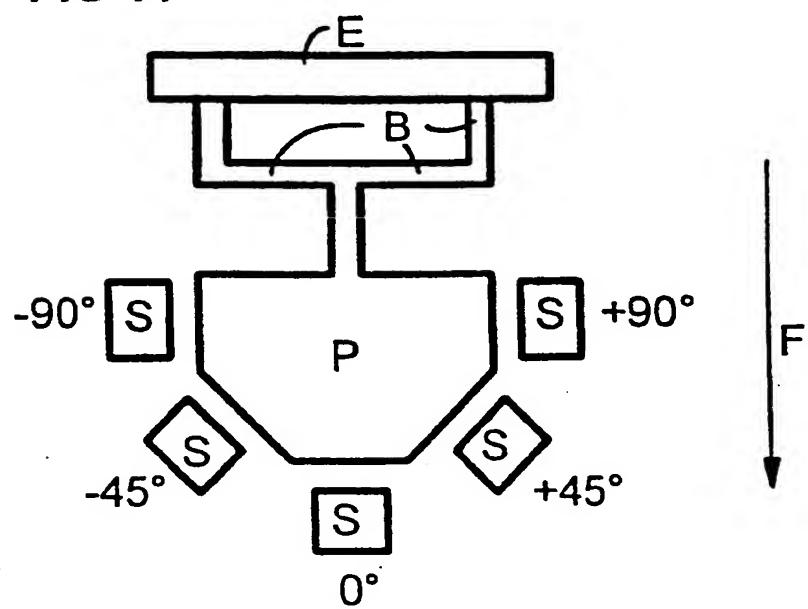
5 / 8

FIG 9

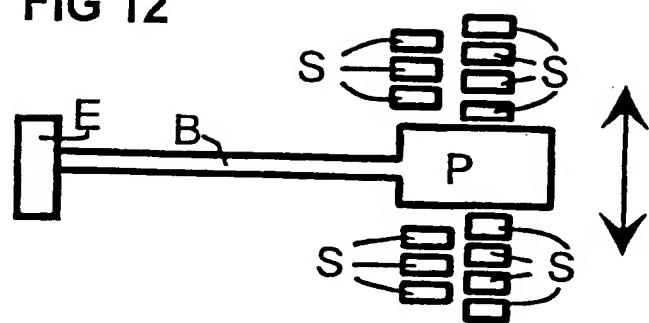
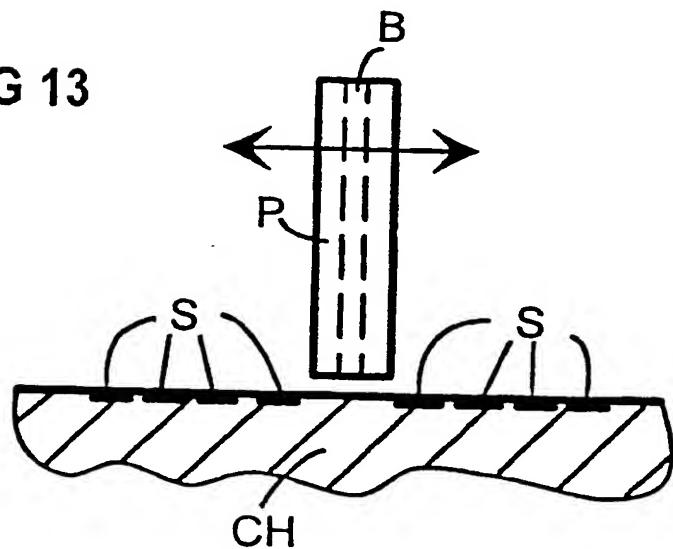


ERSATZBLATT

6 / 8

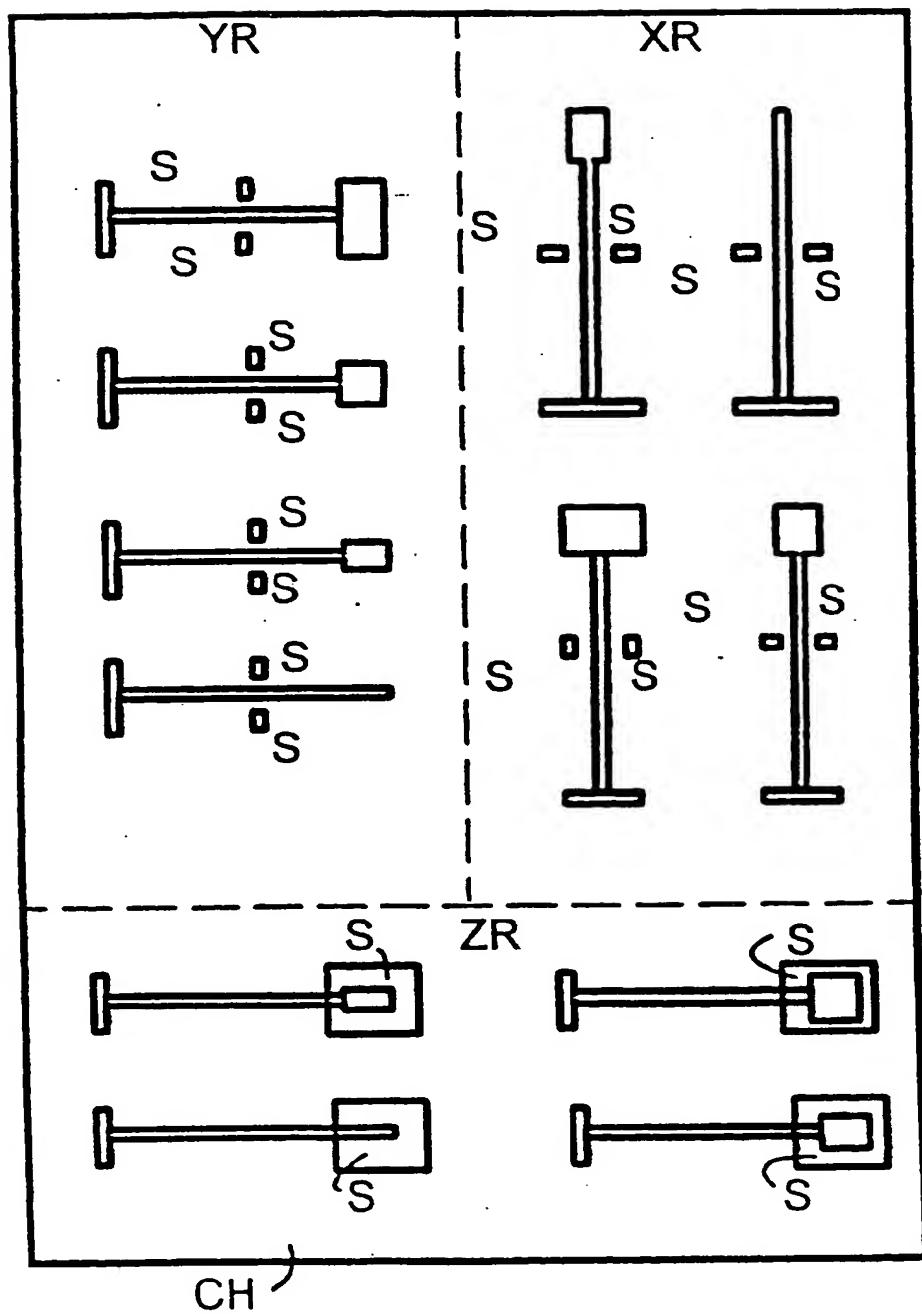
**FIG 10****FIG 11****ERSATZBLATT**

7 / 8

**FIG 12****FIG 13****ERSATZBLATT**

8 / 8

FIG 14



ERSATZBLATT

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 95/00431

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G01P15/135

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 G01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US,A,4 855 544 (MAX C. GLENN) 8 August 1989	1,4
A	see column 1, line 22 - line 34; figure 1 ---	5
Y	DE,C,266 841 (DR.-ING. OTTO SCHAEFER) 31 October 1913 see page 1, line 1 - line 40; figure 1 ---	1,4
A	EP,A,0 567 938 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) 3 November 1993 cited in the application see column 2, line 20 - line 52; figure 1A 1B -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  3 August 1995	Date of mailing of the international search report  11.08.95
Name and mailing address of the ISA  European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 cpo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Hansen, P

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 95/00431

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4855544	08-08-89	NONE	
DE-C-266841		NONE	
EP-A-567938	03-11-93	JP-A- 6043180	18-02-94

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 95/00431

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 G01P15/135

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)  
IPK 6 G01P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US,A,4 855 544 (MAX C. GLENN) 8.August 1989	1,4
A	siehe Spalte 1, Zeile 22 - Zeile 34; Abbildung 1	5
Y	DE,C,266 841 (DR.-ING. OTTO SCHAEFER) 31.Oktober 1913 siehe Seite 1, Zeile 1 - Zeile 40; Abbildung 1	1,4
A	EP,A,0 567 938 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) 3.November 1993 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 2, Zeile 20 - Zeile 52; Abbildung 1A 1B	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*'Z' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

3.August 1995

11.08.95

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hansen, P

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/DE 95/00431**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-4855544	08-08-89	KEINE	
DE-C-266841		KEINE	
EP-A-567938	03-11-93	JP-A- 6043180	18-02-94